Sobre Nuevas Leyes de Movimiento para un Cuerpo Puntual en Mecánica Clásica

Alejandro A. Torassa

(2010) Buenos Aires, Argentina
atorassa@gmail.com

Resumen

Este trabajo presenta nuevas leyes de movimiento para un cuerpo puntual en mecánica clásica, que pueden ser aplicadas en cualquier sistema de referencia no rotante (inercial o no inercial) sin necesidad de introducir fuerzas ficticias.

Introducción

Es sabido que la primera y segunda ley de Newton sólo pueden ser aplicadas en un sistema de referencia no inercial si se introducen fuerzas ficticias. Pero, a diferencia de las fuerzas reales, las fuerzas ficticias no son causadas por la interacción entre los cuerpos.

Sin embargo, este trabajo presenta nuevas leyes de movimiento para un cuerpo puntual en mecánica clásica, que pueden ser aplicadas en cualquier sistema de referencia no rotante (inercial o no inercial) sin necesidad de introducir fuerzas ficticias.

En este trabajo se asume que las fuerzas pueden actuar sobre un sistema de referencia debido a que cualquier sistema de referencia está fijo a un cuerpo.

Leyes de Movimiento

Primera nueva ley de movimiento: Las fuerzas que actúan sobre un cuerpo puntual A y las fuerzas que actúan sobre un sistema de referencia S pueden cambiar el estado de movimiento del cuerpo puntual A con respecto al sistema de referencia S.

Segunda nueva ley de movimiento: La aceleración $\mathbf{a}_\mathrm{A}$ de un cuerpo puntual A con respecto a un sistema de referencia S (no rotante) fijo a un cuerpo puntual S, está dada por la siguiente ecuación:

$$\mathbf{a}_\mathrm{A} = \frac{\sum \mathbf{F}_\mathrm{A}}{m_\mathrm{A}} - \frac{\sum \mathbf{F}_\mathrm{S}}{m_\mathrm{S}}$$

donde $\sum \mathbf{F}_\mathrm{A}$ es la suma de las fuerzas que actúan sobre el cuerpo puntual A, m_A es la masa del cuerpo puntual A, $\sum \mathbf{F}_\mathrm{S}$ es la suma de las fuerzas que actúan sobre el cuerpo puntual S y m_S es la masa del cuerpo puntual S.

Observaciones

En contradicción con la primera y segunda ley de Newton, de la ecuación anterior se deduce que el cuerpo puntual A puede estar acelerado aun si sobre el cuerpo puntual A no actúa fuerza alguna y también que el cuerpo puntual A puede no estar acelerado (estado de reposo o de movimiento rectilíneo uniforme) aun si sobre el cuerpo puntual A actúa una fuerza no equilibrada.

Finalmente, de la ecuación anterior se deduce que la primera y segunda ley de Newton son válidas en el sistema de referencia S solamente si la suma de las fuerzas que actúan sobre el sistema de referencia S (cuerpo puntual S) es igual a cero.

Apéndice

Comportamiento Dinámico de los Cuerpos Puntuales

Según la segunda ley de Newton el comportamiento de dos cuerpos puntuales A y B está determinado para un sistema de referencia S (inercial) por las siguientes ecuaciones:

$$\sum \mathbf{F}_{\mathrm{A}} = m_{\mathrm{A}} \mathbf{a}_{\mathrm{A}} \tag{1}$$

$$\sum \mathbf{F}_{\mathrm{B}} = m_{\mathrm{B}} \mathbf{a}_{\mathrm{B}} \tag{2}$$

o sea:

$$\frac{\sum \mathbf{F}_{\mathrm{A}}}{m_{\mathrm{A}}} - \mathbf{a}_{\mathrm{A}} = 0 \tag{3}$$

$$\frac{\sum \mathbf{F}_{\mathrm{B}}}{m_{\mathrm{B}}} - \mathbf{a}_{\mathrm{B}} = 0 \tag{4}$$

Igualando las ecuaciones (3) y (4), se obtiene:

$$\frac{\sum \mathbf{F}_{\mathrm{A}}}{m_{\mathrm{A}}} - \mathbf{a}_{\mathrm{A}} = \frac{\sum \mathbf{F}_{\mathrm{B}}}{m_{\mathrm{B}}} - \mathbf{a}_{\mathrm{B}} \tag{5}$$

Por lo tanto, el comportamiento de los cuerpos puntuales A y B está determinado ahora para el sistema de referencia S por la ecuación (5).

Ahora, si se pasa la ecuación (5) del sistema de referencia S a otro sistema de referencia no rotante S' (inercial o no inercial), utilizando

la transformación de la cinemática: ($\mathbf{a}' = \mathbf{a} - \mathbf{a}_{o'}$) y las transformaciones de la dinámica: ($\mathbf{F}' = \mathbf{F}$) y ($m' = m$), se deduce:

$$\frac{\sum \mathbf{F}_{\mathrm{A}}{}'}{m_{\mathrm{A}}{}'} - \mathbf{a}_{\mathrm{A}}{}' = \frac{\sum \mathbf{F}_{\mathrm{B}}{}'}{m_{\mathrm{B}}{}'} - \mathbf{a}_{\mathrm{B}}{}' \tag{6}$$

Como la ecuación (6) tiene la misma forma que la ecuación (5) entonces se puede establecer que el comportamiento de los cuerpos puntuales A y B está determinado para cualquier sistema de referencia no rotante (inercial o no inercial) por la ecuación (5).

Ahora, si aplicamos la ecuación (5) a un cuerpo puntual A y un sistema de referencia no rotante S (inercial o no inercial) fijo a un cuerpo puntual S, entonces:

$$\frac{\sum \mathbf{F}_{\mathrm{A}}}{m_{\mathrm{A}}} - \mathbf{a}_{\mathrm{A}} = \frac{\sum \mathbf{F}_{\mathrm{S}}}{m_{\mathrm{S}}} - \mathbf{a}_{\mathrm{S}} \tag{7}$$

Despejando $\mathbf{a}_{\mathrm{A}}$ y como la aceleración $\mathbf{a}_{\mathrm{S}}$ del cuerpo puntual S con respecto al sistema de referencia no rotante S siempre es igual a cero, resulta:

$$\mathbf{a}_{\mathrm{A}} = \frac{\sum \mathbf{F}_{\mathrm{A}}}{m_{\mathrm{A}}} - \frac{\sum \mathbf{F}_{\mathrm{S}}}{m_{\mathrm{S}}} \tag{8}$$

Finalmente obtenemos la ecuación (8), que es la ecuación básica para generar las nuevas leyes de movimiento para un cuerpo puntual en mecánica clásica, que pueden ser aplicadas en cualquier sistema de referencia no rotante (inercial o no inercial) sin necesidad de introducir fuerzas ficticias.